

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.12, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 18 января 2017 года публичной защиты диссертации Бахолдиной Марии Алексеевны «Оценка состояний и длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации) на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

На заседании присутствовали 16 из 21 члена диссертационного совета, в том числе 7 докторов физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации):

№	Ф.И.О.	Ученая степень	Специальность в совете
1.	Горцев А.М., председатель	доктор технических наук	05.13.01
2.	Назаров А.А., заместитель председателя	доктор технических наук	05.13.01
3.	Тарасенко П.Ф., ученый секретарь	кандидат физико- математических наук	05.13.01
4.	Васильев В.А.	доктор физико-математических наук	05.13.01
5.	Дмитренко А.Г.	доктор физико-математических наук	05.13.01

6.	Дмитриев Ю.Г.	доктор физико-математических наук	05.13.01
7.	Домбровский В.В.	доктор технических наук	05.13.01
8.	Конев В.В.	доктор физико-математических наук	05.13.01
9.	Кошкин Г.М.	доктор физико-математических наук	05.13.01
10.	Лившиц К.И.	доктор технических наук	05.13.01
11.	Матросова А.Ю.	доктор технических наук	05.13.01
12.	Рожкова С.В.	доктор физико-математических наук	05.13.01
13.	Смагин В.И.	доктор технических наук	05.13.01
14.	Спицын В.Г.	доктор технических наук	05.13.01
15.	Удод В.А.	доктор технических наук	05.13.01
16.	Шумилов Б.М.	доктор физико-математических наук	05.13.01

Заседание провёл заместитель председателя диссертационного совета доктор технических наук, профессор Назаров Анатолий Андреевич.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить М.А. Бахолдиной ученую степень кандидата физико-математических наук.

Заключение диссертационного совета Д 212.267.12

**на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования**

«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Министерства образования и науки Российской Федерации

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.01.2017 г., № 186

О присуждении **Бахолдиной Марии Алексеевны**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Оценка состояний и длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий»** по специальности **05.13.01** – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации) принята к защите 02.11.2016 г., протокол № 179, диссертационным советом Д 212.267.12 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель **Бахолдина Мария Алексеевна**, 1989 года рождения.

В 2011 году соискатель окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

В 2016 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности руководителя отдела технического сопровождения продаж в Закрытом акционерном обществе «Элекард Девайсез» (в период подготовки диссертации трудоустроена не была).

Диссертация выполнена на кафедре исследования операций федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Горцев Александр Михайлович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», факультет прикладной математики и кибернетики, декан; по совместительству – кафедра исследования операций, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Медведев Геннадий Алексеевич, доктор физико-математических наук (диплом доктора наук МФМ № 000951 выдан в соответствии с решением Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего и среднего специального образования СССР от 14 июня 1968 г.), профессор, Белорусский государственный университет, кафедра теории вероятностей и математической статистики, профессор

Семенова Дарья Владиславовна, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», кафедра высшей и прикладной математики (на момент назначения официальным оппонентом – кафедра высшей математики № 1), доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Российский университет дружбы народов**», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном **Гайдамака Юлией Васильевной** (кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра прикладной информатики и теории вероятностей, доцент), **Севастьяновым Леонидом Антоновичем** (доктор физико-математических наук, профессор, кафедра прикладной информатики и теории вероятностей, профессор), **Воскресенским Леонидом Геннадьевичем** (доктор химических наук, профессор, факультет физико-математических и естественных наук, декан), указала, что в современной литературе системы массового обслуживания с входящими дважды стохастическими потоками событий изучаются в условиях полной наблюдаемости

потока и в предположении, что параметры входящего потока полностью известны. Однако, на практике параметры, определяющие входящий поток событий, могут быть неизвестны либо известны частично. Кроме того, необходимо учитывать возможность наличия мертвого времени у регистрирующего прибора, которое влечет за собой ненаблюдаемость части событий входящего потока и искажает картину наблюдений за потоком событий. В связи с этим актуальными задачами являются аналитическое и численное исследование различных моделей дважды стохастических потоков событий, в частности фильтрация интенсивности входящих потоков событий (или оценка состояний потока в текущий момент времени) и оценка неизвестных параметров потока. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для теории дважды стохастических потоков событий. Автором аналитически решена задача оптимального оценивания состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий по наблюдениям за моментами наступления событий в потоке, функционирующего в условиях полной наблюдаемости и при наличии непродлевающегося мертвого времени, найдены оценки длительности периода мертвого времени. Результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских и проектных организациях, занимающихся исследованием информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и функционирующих в них случайных процессов и потоков событий, а также в учебном процессе.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 22 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях – 12 (из них 4 статьи в зарубежных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus), в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций – 10. Общий объем работ – 12,44 п.л., авторский вклад – 7,91 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Bakholdina M. A.** Optimal estimation of the states of modulated semi-synchronous integrated flow of events in condition of its incomplete observability / M. A. Bakholdina, A. M. Gortsev // Applied Mathematical Sciences. – 2015. – Vol. 9, № 29. – P. 1433–1451. – DOI: 10.12988/ams.2015.5135. – 1,34 / 0,67 п.л.

2. **Бахолдина М. А.** Совместная плотность вероятностей длительности интервалов модулированного обобщенного полусинхронного потока событий при непродлеваемом мертвом времени и условия его рекуррентности / М. А. Бахолдина // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 2 (31). – С. 4–17. – DOI: 10.17223/19988605/31/1. – 1,10 п.л.

3. **Bakholdina M.** Maximum likelihood estimation of the dead time period duration in the modulated semi-synchronous generalized flow of events / M. Bakholdina, A. Gortsev // Communications in Computer and Information Science. – 2016. – Vol. 638 : Information Technologies and Mathematical Modelling: Queueing Theory and Applications. – P. 1–17. – DOI: 10.1007/978-3-319-44615-8_1. – 1,2 / 0,6 п.л.

4. **Бахолдина М. А.** Сравнение МП- и ММ-оценок длительности непродлеваемого мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий / М. А. Бахолдина, А. М. Горцев // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – № 3 (36). – С. 11–25. – DOI: 10.17223/19988605/36/2. – 1,24 / 0,62 п.л.

На автореферат поступили 7 положительных отзывов. Отзывы представили: 1. **А.А. Светлаков**, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, *без замечаний*. 2. **Ю.С. Харин**, д-р физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси, директор Учреждения Белорусского государственного университета «НИИ прикладных проблем математики и информатики», г. Минск, *с замечаниями*: не исследовано влияние систематической погрешности, вносимой при построении функции правдоподобия (последний абзац на стр. 15), на точность «аналитической» оценки $\hat{T}_{МП}$; термин «аналитическая

оценка» (стр. 15, 16) не является удачным: в математической статистике используется термин «статистическая оценка», т.е. борелевская функция наблюдений. 3. **А.Н. Дудин**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий научно-исследовательской лабораторией прикладного вероятностного анализа Белорусского государственного университета, г. Минск, *без замечаний*. 4. **А.В. Зорин**, канд. физ.-мат. наук, доц., доцент кафедры программной инженерии, старший научный сотрудник Центра прикладной теории вероятностей Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, *с замечаниями*: имеются неудачные обороты речи и формулировки, в частности, не уточняется, что понимается под «установившимся (стационарным) режимом функционирования потока», в формулировке леммы 1.2 участвует не формализованное ранее понятие скрытого марковского процесса, в доказательстве леммы 1.3 в тексте диссертации вместо стационарных вероятностей находятся предельные вероятности, совпавшие со стационарными; в разделе автореферата «Содержание работы» отсутствуют упоминания о том, какими методами доказывались те или иные утверждения, поэтому не всегда можно проверить по автореферату, что путь к доказательству утверждения выбран кратчайший. 5. **М.А. Матальцкий**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой стохастического анализа и эконометрического моделирования Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, Республика Беларусь, *без замечаний*. 6. **М.П.о. Фархадов**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, *с замечанием*: при описании математической модели модулированного обобщенного полусинхронного потока событий на стр. 9 автореферата в рассмотрение вводится функция распределения вероятностей $F_1^{(1)}(\tau)$. Верхний индекс (1) предполагает, что в дальнейшем должна быть введена функция $F_1^{(2)}(\tau)$, но этого автором не делается. 7. **Д.В. Ефросинии**, д-р физ.-мат. наук, ассоциированный профессор, заместитель директора института стохастики

Университета Иоганна Кеплера, г. Линц, Австрия, *с замечаниями*: исследуемые в работе процессы относятся к более широкому классу случайных процессов, называемых скрытыми марковскими процессами, было бы не лишним указать в работе, в чем состоит существенное отличие представленных результатов от известных; можно было бы указать, что изучаемый поток событий имеет похожую структуру с марковским входящим потоком (MAP), и что для оценки состояния наблюдаемого процесса используется байесовский подход; из автореферата не понятно, имеется ли возможность увеличения размерности пространства состояний процесса.

Авторы отзывов на автореферат отмечают, что одним из основных понятий теории массового обслуживания, которому уделяется большое внимание, является понятие потока заявок, поступающих в систему обслуживания. Потребности практики породили необходимость построения новых моделей входного потока, от которых требуется высокая степень адекватности реальным потокам и возможность их использования для нахождения характеристик систем обслуживания в аналитическом и алгоритмизируемом виде. В диссертационной работе Бахолдиной М.А. проведено аналитическое исследование модулированного обобщенного полусинхронного потока событий, относящегося к классу дважды стохастических потоков событий (англ. «doubly stochastic Poisson process»), известных также как процессы Кокса, поставлены и решены задача оптимального оценивания состояний потока в условиях отсутствия и наличия непродлевающегося мертвого времени, задача оценки периода мертвого времени. Необходимость рассмотрения случая наличия мертвого времени вызвана тем, что на практике любое регистрирующее устройство затрачивает на измерение и регистрацию события некоторое конечное время, в течение которого оно не способно правильно обработать поступающие на вход системы заявки. Поэтому при исследовании потоков, функционирующих в различных системах массового обслуживания, важно учитывать факт возможной потери событий. К сильным сторонам работы относится наличие результатов для частично наблюдаемых процессов. Теоретическая и практическая значимость диссертации обосновываются

ее значимостью для теории входящего потока, а также возможностью практического использования результатов исследования для повышения эффективности управления узлами передачи данных в реальных информационно-вычислительных, компьютерных и телекоммуникационных сетях связи. Результаты работы могут быть рекомендованы для внедрения в учебный процесс высших учебных заведений при подготовке образовательных дисциплин «Марковские системы массового обслуживания», «Статистика случайных процессов» и др.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что **Г.А. Медведев** является высококвалифицированным специалистом в области теории вероятностей и математической статистики, а также в области теории массового обслуживания и ее приложений; **Д.В. Семенова** является высококвалифицированным специалистом в области теории вероятностей, теории массового обслуживания и их приложений; **Российский университет дружбы народов** известен своими достижениями в области теории массового обслуживания, на базе университета действует научная школа по математическому моделированию, массовому обслуживанию и анализу телекоммуникационных систем и сетей.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие новые результаты:

решены задачи оптимальной оценки состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий при его полной наблюдаемости либо частичной наблюдаемости (при наличии непродлевающегося мертвого времени) по наблюдениям за моментами наступления событий в потоке;

решена задача оценивания длительности непродлевающегося мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий по наблюдениям за моментами наступления событий в наблюдаемом потоке;

предложены алгоритмы оптимальной оценки состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий при его полной либо частичной наблюдаемости;

предложены алгоритмы оценивания длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий, основанные на методе максимального правдоподобия и модифицированном методе моментов;

по результатам проведенного численного моделирования *сделан вывод* о достаточно высоком качестве оценивания в смысле введенных критериев: оценки полной (безусловной) вероятности ошибочного решения о состоянии потока и выборочной вариации оценок длительности мертвого времени.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

аналитически решены задачи оптимального оценивания состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий в условиях полной либо частичной наблюдаемости потока и задача оценивания длительности мертвого времени в наблюдаемом потоке событий по наблюдениям за моментами наступления событий в потоке, имеющие существенное значение для развития теории дважды стохастических потоков событий.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработанные алгоритмы оптимального оценивания состояний модулированного обобщенного полусинхронного потока событий обеспечивают минимум полной (безусловной) вероятности принятия ошибочного решения о состоянии потока, что позволяет осуществлять мониторинг состояний информационных потоков в телекоммуникационных и информационно-вычислительных сетях связи с целью выбора соответствующих параметров оборудования, программного обеспечения и настроек сетей в процессе их проектирования и последующей эксплуатации;

разработанные для случая частичной наблюдаемости модулированного обобщенного полусинхронного потока событий *алгоритмы* позволяют находить оценки длительности мертвого времени и могут быть использованы для оценки среднего числа ненаблюдаемых событий на этапе проектирования и разработки протоколов передачи данных, а также последующего мониторинга их корректной работы в процессе эксплуатации информационных сетей;

полученные в диссертационной работе *результаты внедрены* в учебный процесс на факультете прикладной математики и кибернетики Национального исследовательского Томского государственного университета.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при решении задач анализа и проектирования систем и сетей массового обслуживания, в частности, информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и др., а также применены для обработки результатов физических экспериментов, осложненных наличием мертвого времени регистрирующих приборов.

Результаты диссертационной работы рекомендуются для использования в учебном процессе Сибирского федерального университета (г. Красноярск), Белорусского государственного университета (г. Минск), Российского университета дружбы народов (г. Москва), Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород), Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН (г. Москва), Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва), Института прикладной математики Дальневосточного отделения РАН (г. Владивосток) и др.

Оценка достоверности результатов выявила:

доказательства теорем, лемм и утверждений проведены на высоком математическом уровне, полученные результаты подтверждаются корректностью применения методик исследования, а также согласованностью с результатами численных экспериментов на имитационной модели потока событий;

установлена согласованность полученных автором результатов с результатами других исследователей для частных случаев соотношения параметров потока.

Личный вклад соискателя состоит в доказательстве и обосновании полученных в диссертации аналитических результатов, разработке комплекса программ для проведения численных экспериментов, анализе результатов численных экспериментов, подготовке публикаций и личном участии в апробации результатов исследования.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи оптимального оценивания состояний и оценивания длительности мертвого времени в модулированном обобщенном полусинхронном потоке событий, имеющей значение для развития теории дважды стохастических потоков событий и применение при моделировании информационных потоков заявок, функционирующих в телекоммуникационных и информационно-вычислительных сетях связи в условиях полной либо частичной наблюдаемости.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 18.01.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить **Бахолдиной М.А.** ученою степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации), физико-математические науки, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовал: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

18 января 2017 г.



Назаров Анатолий Андреевич

Тарасенко Петр Феликсович